

Sex Reversal Ikan Nila Menggunakan Tiga Jenis Madu

Eny Heriyati

Program Studi Ilmu Kelautan, Sekolah Tinggi Pertanian Kutai Timur
Jl. Soekarno Hatta No.01 Sangatta Kutai Timur, E-mail: eny_heriyati@yahoo.com

ABSTRACT

The study was conducted to determine the effect of immersion Nile tilapia larvae in water containing different honey source on male fish percentage. In this experiment, a total of 30 tilapia larvae at 12 days posthatch were immersed in the water containing honey derived from the forest, cultured and mangrove bees, with a dose of 10 mL.L⁻¹ water for 10 hours. Fish were then maintained in the same condition for two months. The results showed that percentage of male fish immersed by different honey was similar ($p>0.05$), and all treatment was significantly different with the control ($p<0.05$). Growth, survival and biomass of honey treated fish were similar with the control ($p>0.05$). Thus, honey can be use to sex reverse of Nile tilapia, and the mechanism is most likely as aromatase inhibitor.

Keywords: Honey, Immersion, Nile Tilapia, Sex Reversal.

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh perendaman larva ikan nila menggunakan tiga sumber madu berbeda terhadap persentase ikan jantan. Pada penelitian ini, 30 larva ikan nila berumur 12 hari setelah menetas direndam masing-masing menggunakan madu hutan, madu ternak dan madu bakau, dengan dosis 10 mL.L⁻¹ air selama 10 jam. Ikan dipelihara dalam kondisi yang sama selama dua bulan. Kualitas air berupa suhu dan pH dilakukan pengukuran pada saat perlakuan perendaman larva, pada saat dipelihara di akuarium dan pada saat dipelihara di kolam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase ikan jantan yang direndam dalam madu hutan, madu ternak, dan madu bakau dihasilkan persentase tertinggi pada perendaman menggunakan madu bakau, namun ketiga jenis madu tersebut menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($p>0,05$), tetapi semua perlakuan berbeda nyata terhadap kontrol ($p<0,05$). Selanjutnya, respons perendaman terhadap pertumbuhan, kelangsungan hidup dan biomassa ikan pada perlakuan madu hasilnya tidak berbeda nyata antar perlakuan dan dengan kontrol ($p>0,05$). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa ketiga jenis madu mempunyai keefektifan yang sama terhadap hasil sex reversal, pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan nila.

Kata kunci: Ikan Nila, Madu, Perendaman, *sex reversal*.

1 Pendahuluan

Ikan nila jantan memiliki laju pertumbuhan sekitar dua kali lebih cepat dibandingkan dengan ikan betina, sehingga tingkat produksi, dan potensi keuntungan budidaya ikan nila jantan semua (monoseks) adalah lebih tinggi. Salah satu cara untuk memproduksi populasi monoseks jantan adalah dengan teknologi *sex reversal*, yakni suatu teknologi yang mengarahkan diferensiasi kelamin menjadi jantan, dan dilakukan pada saat gonad ikan belum terdiferensiasi. Cara yang umum dilakukan untuk memperoleh ikan monoseks adalah dengan menggunakan hormon steroid 17 α -metiltestosteron (MT) dan aromatase inhibitor (AI) seperti fadrozole. Akan tetapi, penggunaan hormon MT diduga dapat bersifat

karsinogenik pada manusia dan AI tidak dijual bebas di pasaran, sehingga untuk mengatasinya diperlukan bahan alternatif lain yang aman dan mudah diperoleh.

Madu merupakan bahan alami mengandung flavonoid *chrysin* yang diduga dapat berfungsi sebagai penghambat kerja enzim aromatase atau sebagai aromatase *inhibitor*. Madu bersifat ramah lingkungan, dan kandungan mineralnya tinggi, terutama kalium. Kalium dalam madu diduga berfungsi sebagai pengarah diferensiasi kelamin ikan melalui modulasi peredaran testosteron, dan pengendalian tindakan androgen.

Penggunaan madu untuk *sex reversal* telah dilakukan baik melalui pakan maupun perendaman. Syaifuddin (2004) telah melakukannya melalui pakan pada larva ikan nila GIFT dan menghasilkan ikan jantan sebanyak 93,33%, sementara pada kontrol 57,78%. Sukmara (2007) melakukan perendaman terhadap induk ikan gapi dan menghasilkan jantan sebesar 46,99%, sedangkan pada kontrol 25,96%. Utomo (2008) melakukan perendaman terhadap larva ikan gapi menghasilkan jantan 56,68%, sedangkan pada kontrol 47,16%. Mukti *et al.* (2008) memberikan madu melalui pakan pada induk *red claw* menghasilkan jantan sebesar 60,35%, sedangkan pada kontrol 50,56%. Penggunaan madu melalui pakan terhadap ikan nila dapat menghasilkan nila jantan yang cukup signifikan (Syaifuddin 2004). Namun demikian, hal ini kurang ekonomis karena dosis madu yang digunakan relatif tinggi (200 mL kg⁻¹ pakan), sehingga perlu dilakukan uji penggunaan madu melalui metode massal lainnya, yakni perendaman.

Dalam penelitian ini digunakan tiga jenis madu, yaitu madu hutan (madu yang diperoleh dari beberapa macam nektar bunga dari lebah liar di hutan), madu ternak (madu yang diperoleh dari nektar tanaman tertentu oleh lebah yang dibudidayakan), dan madu bakau (madu dari nektar tanaman bakau oleh lebah di daerah hutan bakau). Regulasi diferensiasi kelamin di dalam tubuh ikan dapat dilihat dari level aromatase pada ikan. Terdapat dua jenis aromatase, yaitu aromatase tipe satu (atau disebut tipe gonad) dan tipe dua (tipe otak). Aktivitas enzim aromatase berkorelasi dengan struktur gonad, yaitu larva dengan aktivitas aromatase rendah akan mengarah pada terbentuknya testis, sedangkan aktivitas aromatase yang tinggi akan mengarahkan terbentuknya ovary (Sever *et.al.*, 1999).

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh perendaman larva ikan nila menggunakan tiga sumber madu berbeda, terhadap persentase ikan jantan.

2 Metode

Analisis kandungan bahan dalam madu berupa analisis proksimat dilakukan di Laboratorium Nutrisi Ikan FPIK IPB. Pengukuran kadar kalium menggunakan alat *atomic absorbtion spectrophotometer* dilakukan di Laboratorium Jasa Analisis Fateta IPB, pH

madu diukur di Laboratorium Instrument Dept TIN-FATETA IPB, dan kadar total flavonoid di Laboratorium Biofarmaka LPPM, IPB.

2.1 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi respons ikan nila terhadap perendaman dalam madu dengan sumber berbeda. Penelitian ini dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan empat perlakuan, dan masing-masing dengan tiga ulangan. Perlakuan yang diberikan adalah perbedaan sumber madu, yaitu madu hutan, madu ternak, madu bakau, dan kontrol (perlakuan tanpa pemberian madu). Madu hutan diperoleh dari hutan Sono di Gunung Kidul, madu ternak diperoleh dari peternakan lebah di Gunung Kidul, dan madu bakau dari hutan bakau Tanjung Jabung, Jambi.

Dosis madu yang digunakan (10 mL L^{-1} air) adalah berdasarkan penelitian pendahuluan, sedangkan lama perendaman (10 jam) adalah berdasarkan peneliti sebelumnya. Larutan madu dibuat dengan cara mencampurkan sebanyak 10 mL madu dengan 1 liter air, kemudian dihomogenkan dengan cara pengadukan, dan diaerasi. Larva ikan nila yang digunakan adalah varietas nirwana diperoleh dari BBPBAT Sukabumi. Larva ikan yang telah diberi perendaman, dipelihara dalam akuarium berukuran $40 \times 30 \times 60 \text{ cm}^3$ dengan volume air 40 L sampai ikan berumur satu bulan, dan diberi pakan berupa cacing sutera secara *ad libitum*. Pemeliharaan ikan dilanjutkan di dalam hapa $1 \times 1 \times 1 \text{ m}^3$ yang dipasang di kolam beton berukuran $20 \times 10 \times 1,5 \text{ m}^3$ sampai ikan berumur 2 bulan. Ikan diberi pakan komersial (kadar protein 38%) secara *at satiation* dengan frekuensi tiga kali sehari.

2.2 Parameter Pengamatan

2.2.1 Analisis Pertumbuhan Spesifik

Pertumbuhan ikan nila diukur dengan cara melakukan sampling setiap 30 hari sekali, ditimbang bobot dari biomasa tiap perlakuan.

Analisis pertumbuhan dihitung menggunakan rumus *specific growth rate* (Busacker *et al.* 1990):

$$SGR(\%) = \left[\sqrt[t]{\frac{W_t}{W_o}} - 1 \right] \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan W_t = Bobot rata-rata pada saat t (g)
 W_o = Bobot rata-rata pada saat tebar awal (g)
 t = Lama waktu pemeliharaan

2.2.2 Identifikasi Jenis Kelamin

Identifikasi jenis kelamin dilakukan dengan menganalisis gonad ikan nila setelah berumur dua bulan dengan menggunakan metode asetokarmin (Guerrero dan Shelton

1974). Asetokarmin adalah larutan pewarna yang digunakan untuk mewarnai jaringan gonad untuk pemeriksaan dengan mikroskop (Gunarso 1989). Identifikasi gonad dengan larutan asetokarmin dibuat hanya dilakukan untuk tujuan penelitian atau mencari data awal (Zairin, 2002).

2.2.3 Tingkat Kelangsungan Hidup

Tingkat kelangsungan hidup ikan dari masing-masing perlakuan diperoleh dengan cara menghitung jumlah ikan yang hidup pada akhir percobaan. Jumlah ikan yang hidup pada akhir percobaan diperoleh dengan menghitung total ikan yang tersisa di dalam hapa setelah periode pemeliharaan ikan uji selama 2 bulan berakhir.

$$\text{Tingkat Kelangsungan Hidup} = \frac{\text{Ikan yang hidup di akhir penelitian}}{\text{Ikan awal perlakuan}} \times 100\% \quad (2)$$

2.2.4 Rasio Kelamin

Perhitungan hasil rasio kelamin dilakukan pada akhir pemeliharaan. Setelah masa pemeliharaan 2 bulan dan dilakukan pemeriksaan gonad hasilnya dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase Ikan Jantan} = \frac{\text{Ikan berkelamin jantan}}{\text{Jumlah ikan yang diamati}} \times 100\% \quad (3)$$

2.2.5 Kualitas air

Parameter kualitas air yang diukur adalah pH dan suhu yang dilakukan di awal perlakuan dan selama di akuarium, serta pada saat pemeliharaan ikan uji di kolam pemeliharaan sebanyak satu kali.

2.3 Analisis Data

Data persentase kelamin ikan jantan, pertumbuhan bobot spesifik, dan tingkat kelangsungan hidup ikan dianalisis menggunakan metode sidik ragam dengan bantuan program SPSS versi 16, dengan diuji lanjut Duncan. Kadar kandungan madu, dianalisis secara deskriptif, demikian juga dengan hasil pengukuran parameter kualitas air.

3 Hasil Dan Pembahasan

3.1 Kandungan biokimia madu dan respons ikan nila

Hasil analisis kandungan madu menunjukkan bahwa kadar flavonoid dan kalium yang terdapat dalam madu, yang tertinggi terdapat pada madu bakau, kemudian diikuti oleh madu hutan, dan madu ternak (Tabel 1). Madu bakau juga mempunyai kandungan mineral dan protein yang relatif tinggi dibandingkan madu hutan, dan madu ternak. Hal ini

terlihat dari warna madu yang digunakan dalam penelitian ini. Madu bakau lebih pekat dibandingkan madu hutan dan madu budidaya.



Gambar 1. Madu yang digunakan dalam penelitian

Tabel 1. Kandungan proksimat (bobot kering), mineral, total flavonoid, kalium dan pH madu hutan, madu ternak dan madu bakau

Kandungan Bahan	Madu Hutan	Madu Ternak	Madu Bakau
Karbohidrat (%)	98,39	97,94	96,04
Lemak (%)	0,22	0,23	0,47
Protein (%)	1,00	0,86	2,40
Mineral (%)	0,39	0,97	1,16
Total Flavonoid (%)	0,99	0,79	1,52
Kalium (%)	0,33	0,12	0,35
pH	3,40	3,48	3,71

Kandungan vitamin dalam madu sangat sedikit, sehingga tidak signifikan secara nutrisi bila dihubungkan dengan jumlah madu yang biasa dikonsumsi (Siregar, 2002). Madu mengandung berbagai mineral seperti kalium, kalsium, magnesium dan natrium yang bersifat alkali (Marhiyanto, 1999). Kandungan mineral-mineral tersebut dapat menyebabkan sifat alkali pada biota tertentu yang berpengaruh terhadap kelangsungan hidup kromosom X dan Y, sesuai dengan sifat kromosom X dan Y. Kromosom Y lebih tahan lama pada keadaan basa, sedangkan kromosom X tidak dapat bertahan lama, sehingga pada saat spermiasi, jumlah kromosom Y yang dihasilkan induk jantan lebih banyak daripada kromosom X (Toelihere 1979 dalam Irawan 2000).

Perendaman larva ikan nila menggunakan madu bakau menghasilkan jumlah jantan 100%, madu hutan 98,77%, dan madu ternak 97,70% (Tabel 2, $p > 0,05$), serta hasil tersebut lebih tinggi daripada kontrol ($p < 0,05$). Hal ini dapat disimpulkan bahwa kadar kalium dan total flavonoid minimal seperti pada madu ternak dapat mengarahkan

diferensiasi kelamin ikan nila, dengan peningkatan nisbah kelamin jantan sebesar 17-19% (rata-rata 18%) dibandingkan dengan kontrol.

Tabel 2 Nisbah ikan jantan, laju pertumbuhan bobot spesifik (SGR), kelangsungan hidup (KH), dan biomassa ikan hasil perlakuan madu dengan sumber berbeda

Perlakuan	Nisbah ikan jantan	SGR	KH	Biomassa
Kontrol	80,86±1,62 ^b	10,47±0,7 ^a	86,67±3,33 ^a	390,56±30,84 ^a
Madu ternak	97,70±1,15 ^a	10,41±0,7 ^a	93,33±3,85 ^a	405,50±18,01 ^a
Madu Hutan	98,76±1,23 ^a	10,44±0,9 ^a	90,00±1,92 ^a	400,57±25,47 ^a
Madu Bakau	100,00±0,00 ^a	10,49±0,1 ^a	87,78±4,00 ^a	400,57±25,47 ^a

Huruf superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$). Nilai ditampilkan dalam bentuk rerata \pm simpangan eror. Ikan dipelihara sampai berumur 2 bulan.

Hasil penelitian ini membuktikan bahwa madu cukup efektif untuk *sex reversal* ikan nila pada periode labil dan berpotensi tinggi untuk menggantikan hormon sintesis MT yang selama ini biasa digunakan. Menurut Matty (1985) diferensiasi kelamin pada ikan merupakan proses yang relatif labil dibandingkan vertebrata yang lebih tinggi, dan kondisi ini memungkinkan untuk dilakukan rekayasa kelamin.

Meskipun ketiga madu secara statistik menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata, tetapi secara hasil, perendaman menggunakan madu bakau menghasilkan jenis kelamin jantan 100%. Hal ini sesuai dengan kandungan flavonoid dan mineral dalam madu bakau yang lebih tinggi dibanding madu ternak dan madu hutan, dan warna madu bakau juga lebih gelap dibandingkan kedua madu yang digunakan. Hal ini sesuai dengan pendapat Gojmerac (1980) dalam Siregar (2002) bahwa semakin gelap warna madunya semakin tinggi kandungan mineral. Salah satu kandungan mineral yang penting dalam madu adalah kalium. Berdasarkan kandungan kalium dalam madu (Tabel 1), kalium juga berpotensi dalam mengarahkan jenis kelamin jantan pada ikan nila. Hal ini sejalan dengan yang dilaporkan oleh Capelo *et al.* (2001) bahwa kalium mengatur regulasi testosteron dalam tubuh dan berperan mengarahkan dan mengendalikan tindakan androgen, sehingga lebih mengarahkan pada kenaikan testosteron. Dalam penelitian Conteras-Sanchez *et al.* 2001, menyatakan bahwa kekurangan kalium menyebabkan sekresi testosteron menurun pada tikus jantan.

Sementara dari hasil analisis kandungan flavonoid dari madu bakau juga menunjukkan hasil yang lebih tinggi. Hal ini juga sejalan dengan yang dilaporkan oleh Howell *et al.* (1994) bahwa bahan fitokimia (flavonoid) seperti *chrysin*, *daidzein* dan asam caffeic dapat mendorong ketidakseimbangan hormon yang diperlukan dalam diferensiasi kelamin ikan, dan secara *in vitro* telah dibuktikan bahwa beberapa bahan fitokimia mampu memblok biosintesis estrogen (Le Bail *et al.* 1998). Dengan demikian akan lebih mengarahkan pada peningkatan terbentuknya testosteron. Mekanisme tersebut diduga juga terjadi pada penelitian ini.

Pertumbuhan bobot spesifik (SGR), tingkat kelangsungan hidup (KH), dan biomassa ikan antar perlakuan madu dan dengan kontrol adalah tidak berbeda nyata ($p>0,05$; Tabel 2). Tidak adanya perbedaan nilai pertumbuhan dan biomassa antara perlakuan dan kontrol dapat dikatakan bahwa madu tidak memberikan efek yang berbeda terhadap pertumbuhan sampai pada akhir penelitian. Perbedaan pertumbuhan ikan nila mulai tampak ketika ikan mulai matang gonad, sementara lama waktu pemeliharaan ikan pada penelitian adalah dua bulan, sehingga belum bisa menggambarkan perbedaan pertumbuhan seperti yang dikatakan Popma dan Masser (1999) bahwa ikan nila jantan tumbuh dua kali lebih cepat daripada ikan betina. Dikatakan pula bahwa dalam kondisi optimum, ikan nila akan mencapai matang gonad di kolam budidaya pada usia 5 sampai 6 bulan (150-200 g). Hal ini menunjukkan adanya peluang pertumbuhan yang lebih tinggi pada ikan hasil perlakuan dibandingkan ikan kontrol, jika ikan dipelihara lebih lanjut sampai mencapai matang gonad.

3.2 Kualitas air

Tabel 4. Hasil pengukuran kualitas air pada perlakuan menggunakan madu

Pemeliharaan	Perlakuan	pH	Suhu °C
Saat Perendaman	Kontrol	7,8	28
	Madu Ternak	7,0	28
	Madu Hutan	6,9	28
	Madu Bakau	6,0	28
Saat di Akuarium	Kontrol	7,2	28
	Madu Ternak	6,8	28
	Madu Hutan	7,3	28
	Madu Bakau	6,9	28
Saat di Hapa	Kontrol	6,0	27
	Madu Ternak	6,0	27
	Madu Hutan	6,0	27
	Madu Bakau	6,0	27

Nilai pH dan suhu air selama perlakuan dan pemeliharaan dari semua ikan perlakuan dan kontrol berada pada kisaran 27-28°C dan pH 5,9-7,8 (Tabel 4 dan 5). Kondisi ini masih pada kisaran optimum bagi ikan nila (Popma dan Masser, 1999). Penghambatan aromatase bisa dikarenakan oleh faktor fisik, seperti suhu (Kitano *et al.* 2000, D'cotta *et al.* 2001), senyawa kimia steroid dan non steroid yang telah mencapai tingkat tertentu dalam keberhasilan *sex reversal* ikan (Seralini dan Moslemi 2001).

4 Penutup

- a. Madu hutan, madu ternak, dan madu bakau dapat digunakan untuk *sex reversal* ikan nila, dan memiliki efektivitas yang sama.

- b. Kandungan zat dalam madu yaitu *Chrysin* dan kalium berperan penting dalam mengarahkan diferensiasi kelamin ikan nila menjadi jantan, dan mekanisme kerjanya seperti aromatase inhibitor.

Daftar Pustaka

- Busacker GP, Adelman IR, Goolish EM. 1990. Growth. Di dalam: Schreck CB, Moyle PB. (eds). *Methods for fish biology*. American Fisheries Society.
- Contreras-Shanchez WM, Fitzpatrick MS. 2001. Fate of methyltestosteron in the pond environment: Impact of Mt-contaminated soil on tilapia sex differentiation. *Effluents and Pollution Research 2c (9er2c)*. Department of Fisheries and Wildlife. Oregon State University, USA
- D'cotta H, Fostier A, Guiguen Y, Govoroun A. 2001. Aromatase plays a key role during normal and temperature-induced sex differentiation of tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Mol. Rep. Development 276*: 265-276.
- Gunarso W. 1989. Mikroteknik. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Pusat Antar Universitas Ilmu Hayat, Institut Pertanian Bogor.
- Guerrero RD, Shelton WL. 1974. An aceto-carmin squash technique for sexing juvenile fishes. *The Progressive Fish-Culturist 36*: 56.
- Howell WM, Hunsinger RN, Blanchard PD. 1994. Paradoxical masculinization of female mosquito fish during exposure to spironolactone. *The Progressive Fish-Culturist 56*: 51-55.
- Irawan D. 2000. Pemisahan sel spermatozoa sapi madura kromosom X dan Y dengan teknik sentrifugasi menggunakan kolom percoll. [Skripsi]. Surabaya: Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Erlangga.
- Kitano T, Takamune K, Nagahama Y, Abe S. 2000. Aromatase inhibitor and 17 alpha-methyltestosterone cause sex-reversal from genetical females to phenotypic males and suppression of P450 aromatase gene expression in Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Molecular Reproduction and Development 56*: 1-5.
- Le Bail JC, Laroche T, Marre-Fournier F, Habrioux G. 1998. Aromatase and 17 β -hydroxysteroid dehydrogenase inhibition by flavonoids. *Cancer Letters 133*: 101-106.
- Marhiyanto B. 1999. Peluang Bisnis Beternak Lebah Madu. Gitamedia. Surabaya. Hal. 95.
- Matty AJ. 1985. Fish endocrinology. *Timber Press Portland*. USA.
- Mukti A, Mubarak AS, Ermawan A. 2009. Pengaruh penambahan madu dalam pakan induk jantan lobster air tawar *red claw* (*Cherax quadricarinatus*) terhadap rasio jenis kelamin larva. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan 1* (1): 37-42
- Popma T, Masser M. 1999. Tilapia life history and biology. *Southern Regional Aquaculture Center Publication No.283*.
- Seralini GE, Moslemi S. 2001. Aromatase inhibitors: past, present and future. *Molecular and Cellular Endocrinology 178*: 117-131.
- Silverin B, Baillien M, Foidart A, Balthazart J. 2000. Distribution of aromatase activity in the brain and peripheral tissues of passerine and nonpasserine avian species. *General and Comparative Endocrinology 117*: 34-53.

- Siregar HC. 2002. Pengaruh metode penurunan kadar air, suhu dan lama penyimpanan terhadap kualitas madu. [Tesis]. Bogor: Program Studi Ilmu Ternak. Institut Pertanian Bogor.
- Sukmara. 2007. Sex reversal pada ikan gapi (*Poecilia reticulata* Peters) secara perendaman larva dalam larutan madu 5ml/l. [Skripsi]. Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Syaifuddin A. 2004. Pengaruh pemberian suplemen madu pada pakan larva ikan nila (*Oreochromis niloticus*) GIFT terhadap rasio jenis kelaminnya. [Skripsi]. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya.
- Utomo B. 2008. Efektivitas penggunaan aromatase *inhibitor* dan madu terhadap nisbah kelamin ikan gapi (*Poecilia reticulata* Peters). [Skripsi]. Program Studi Teknologi dan Manajemen Perikanan Budidaya, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Zairin MJr. 2002. *Sex reversal* memproduksi benih ikan jantan atau betina. Jakarta: Penebar Swadaya.